

15. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – Москва : Практика, 1998. – С. 81–119.
16. Shapiro S. S. An analysis of variance test for normality (complete samples) / S. S. Shapiro, M. B. Wilk // *Biometrika*. – 1965. – Vol. 52, № 3, 4. – P. 591–611.
17. <http://sdtami.altervista.org/shapirotest/ShapiroTest.html>. – Shapiro-Wilk Normality Test Online version implemented by Simon Dittami (2009).
18. Loewen P. C. Purification and characterization of catalase-I from *Bacillus subtilis* / P. C. Loewen, J. Switala // *Biochemistry of cell biology*. – 1987. – Vol. 65. – P. 939–947.
19. Singh R. Comparative study of catalase-peroxidases (KatGs) / R. Singh, B. Wiseman, T. Deemagarn // *Archives of biochemistry and biophysics*. – 2008. – Vol. 471. – P. 207–214.
20. Семчишин Г. М. Вплив протонофору 2,4-динітрофенолу на активність каталази інтактних бактерій *Escherichia coli* / Г. М. Семчишин, В. І. Лушак // *Укр. біохім. журнал*. – 2004. – Т. 76, № 3. – С. 42–48.

I. Furtat, A. Pastyria, A. Navalihina

SELECTION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR DETERMINING CATALASE ACTIVITY IN INTACT CELLS OF NON-PATHOGENIC CORYNEBACTERIA

*The influence of the buffer solution and the reaction mixture on the determination of catalase activity in intact cells of *Corynebacterium ammoniagenes* UC. Ac-732T, *Corynebacterium flavescentis* UC. Ac-611T, and *Corynebacterium variabile* UC. Ac-717T was investigated. It was shown that composition of studied buffer solutions has no significant effect on catalase activity of the strain *C. ammoniagenes* UC. Ac-732T since no statistically significant difference between the values of this activity has been found. In strains of *C. variabile* UC. Ac-717T and *C. flavescentis* UC. Ac-611T statistically significant higher rates of catalase activity was revealed using the Na-K-phosphate and phosphate buffer solutions compared with Tris-HCl and Na-citrate. It was also established that using of EDTA in the determination of catalase activity in corynebacteria intact cells is unreasonable since the presence of detergent in the reaction mixture leads to decline of enzyme activity in all investigated strains of corynebacteria.*

Keywords: catalase activity, non-pathogenic corynebacteria, optimal conditions, ion composition of buffer solutions.

Матеріал надійшов 17.06.2013

УДК 575.21:575.22+577.218

Дученко А. І., Лизогуб О. Ю., Антонюк М. З., Терновська Т. К.

ПОЛІМОРФІЗМ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ *THINOPYRUM INTERMEDIUM*

*Виявлено значний поліморфізм п'яти природних популяцій *Thinopyrum intermedium* за компонентами спектра високомолекулярних глютенінів та якісними і кількісними ознаками морфології колоса. Встановлені компоненти спектра, за частотами яких різні популяції відрізняються і тому мають маркерне значення для вивчення асоціативної мінливості. За морфологічними ознаками виявлено зв'язок у появі деяких пар якісних ознак та асоціацію між виникненням якісних та кількісних ознак, що може розглядатися як наслідок адаптації рослин до абіотичних факторів довкілля. Взаємозв'язок появи 2-, 3- та 5-го компонентів спектра та форми плеча луски може свідчити про локалізацію на довгому плечі хромосом першої гомеологічної групи хромосом генів морфогенезу колоскової луски.*

Ключові слова: глютеніни, поліморфізм, адаптаційна мінливість, асоційоване спадкування, SDS електрофорез.

© Дученко А. І., Лизогуб О. Ю., Антонюк М. З., Терновська Т. К., 2013

Вступ

Пирій середній (*Thinopyrum intermedium*) – дикорослий злак помірного клімату, що має гексаплоїдний геном JJJ^aJ^bSS ($2n=42$) і високий потенціал стійкості до абіотичних та біотичних факторів. В останні роки цей вид, як і інші дикорослі злаки підтриби *Triticinae*, став одним з об'єктів дослідження для знаходження генів-кандидатів стійкості рослини до певних чинників середовища, реакції рослинного організму на біотичні та абіотичні фактори [1–3]. Вивчення поліморфізму природних популяцій виду за якісними та кількісними ознаками морфології, а також за молекулярно-генетичними маркерами стало на сьогодні центральним питанням у генетиці природних популяцій [4–6]. Одними з найбільш простих і доступних таких маркерів є це глютеніни, запасні білки ендосперму злакових, що кодуються генами *Glu*. Вони містять дві основні фракції: високо- та низькомолекулярні глютеніни. Перша фракція є більш зручною для аналізу, оскільки на електрофоретичному спектрі білка її компоненти не перекриваються компонентами гліадинової фракції, іншого білка ендосперму злаків [5; 7].

У статті наведено результати дослідження поліморфізму п'яти природних популяцій дикорослого злака *Thinopyrum intermedium* за генами *Glu* (молекулярно-генетичний маркер) та низкою кількісних і якісних ознак морфології колоса, що віддзеркалюють адаптацію рослин до різних умов довкілля.

Матеріали та методи

Рослинний матеріал було зібрано у місті Кременець Тернопільської області з п'яти популяцій *Thinopyrum intermedium*, що росли у різних мікрогеографічних умовах. Між популяціями 1 і 3 та 4 і 5 наявна просторова ізоляція, адже популяції перебували на значній відстані, на двох різних горах. Між популяціями 1 і 2, 2 і 3, 3 і 4 могло здійснюватися перехресне запилювання, отже, відбуватися потік генів.

Збирали по одному колосу з рослини у фазі воскової стиглості, по 100 рослин на популяцію. Оцінку за кількісними ознаками (довжина колоса, довжина колоска, відстань між колосками, кількість колосків на колос, кількість квіток на колосок) проводили через їхнє вимірювання та розрахунок арифметичних середніх значень. Для оцінки рослин за морфологічними ознаками (колір колоса, наявність опушення колоса, форма луски) використовували спеціально створений ключ, що базувався на наявному у досліджуваних популяціях поліморфізмі за вказаними ознаками. Ознаки,

що були мономорфними у всіх популяціях, не вивчали. Ознаки оцінювали за допомогою бінокулярного стереомікроскопа, лупи та лінійки.

Електрофоретичні спектри глютенінів отримували методом вертикального електрофорезу у 12,5 % поліакріламідному гелі з додаванням SDS [8]. Вивчали по 4 зернівки з кожної рослини.

Статистичну обробку результатів оцінки якісних ознак виконували через порівняння частот різних градацій ознак за допомогою z-критерію для порівняння часток та критерію χ^2 для багатопільних таблиць. Перед статистичною обробкою кількісних ознак доводили відповідність розподілу варіантів у вибірках закону Гауса, після чого використовували параметричні критерії порівняння: однофакторний дисперсійний аналіз, t-критерій, критерій Ньюмена-Кейлса [9].

Результати та обговорення

Компоненти електрофоретичного спектра глютенінів злаків містяться у верхній частині білкового спектра. Першим кроком у роботі з визначення поліморфізму був аналіз спектрів усіх зразків з популяцій 1, 3, 4 та 5. Зернівки популяції 2 не мали сформованого ендосперму, тому не досліджувалися. Оскільки у роботі передбачалось порівняння частот компонентів спектра в різних популяціях, враховували лише такі компоненти, які були на спектрах насінин з вибірок рослин усіх чотирьох популяцій. Таких компонентів було 6 (рис. 1), їхні частоти (p_i) у різних популяціях наведені у табл. 1, похибка (s_p) біноміальна, кількість насінин у 1, 3, 4 та 5 популяції, відповідно, 200, 179, 158 та 89.

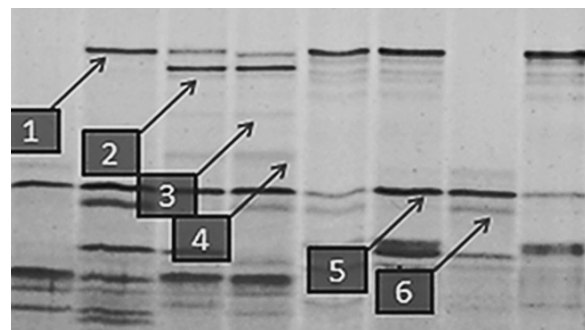


Рис. 1. Електрофоретичний спектр глютенінів *Thinopyrum intermedium*: 1–6 – компоненти спектрів індивідуальних зернівок пирію середнього

Частоти однойменних компонентів спектра у різних популяціях порівнювали за допомогою методу z для порівнювання часток, оскільки для всіх пар, що порівнювались, $n_1 + n_2 > 200$. Рівень значущості, прийнятий у дослідженні для

спростовування нульової гіпотези про відсутність розбіжностей, $-0,01$, $z_{0,01} = 2,58$. Різними є частоти компонентів спектра 1 для популяцій 1 та 5, 3 і 5, 4 та 5, компонента 2 для популяцій 1 та 4, 3 і 4, компонента 3 для популяцій 1 та 3, 1 і 4, 1 та 5 і компонента 5 для популяцій 1 та 5. За компонентами 4 та 6 різниці між популяціями не виявлено. Отримані результати є підставою для подальшого застосування компонентів спектрів 1, 2, 3, 5 для пошуку асоційованого успадкування глютенінових генів, якісних та кількісних ознак морфології рослин.

них ознак колоса, так що обрані популяції пирію становлять інтерес для подальших досліджень.

Якісні та кількісні ознаки морфології колосу перевірили на асоціативність їхньої мінливості. За допомогою непараметричного критерію χ^2 , а саме – чотирипільних та багатопільних таблиць спряженості, виявили залежність у мінливості між певними якісними ознаками. Так, було виявлено асоціацію між градаціями ознак опушення луски та опушення стрижня у популяціях 4 та 5, в тих самих популяціях – між ознаками характер остистості та форма плеча, але

Таблиця 1. Частоти компонентів електрофоретичного спектра глютенінів у популяціях пирію

Номер компонента спектра	Частоти $p_i \pm sp$ компонентів у популяціях			
	1	3	4	5
1	0,18 \pm 0,027	0,18 \pm 0,029	0,22 \pm 0,044	0,39 \pm 0,039
2	0,38 \pm 0,034	0,33 \pm 0,035	0,19 \pm 0,041	0,15 \pm 0,029
3	0,33 \pm 0,033	0,13 \pm 0,025	0,27 \pm 0,047	0,28 \pm 0,036
4	0,11 \pm 0,022	0,09 \pm 0,021	0,09 \pm 0,031	0,10 \pm 0,023
5	0,28 \pm 0,032	0,44 \pm 0,037	0,034 \pm 0,05	0,18 \pm 0,031
6	0,11 \pm 0,022	0,08 \pm 0,02	0,15 \pm 0,038	0,09 \pm 0,022

За кожною з вивчених кількісних ознак популяції перевірялися на наявність розбіжностей між ними у кількісному виразі певної ознаки методом однофакторного дисперсійного аналізу. Статистично достовірну ($p < 0,01$) розбіжність між різними популяціями було доведено для кожної з вивчених ознак (табл. 2).

Аби встановити, між якими саме парами популяцій є достовірна різниця у кількісному виразі, за кожною з вивчених ознак перевіряли статистичну значущість розбіжностей між середніми значеннями усередині дисперсійних комплексів із застосуванням критерію q Ньюмана-Кейлса для множинних порівнянь. Було встановлено, що достовірна різниця між середніми значеннями існує для всіх міжпопуляційних пар та за всіма ознаками (табл. 3). З отриманих результатів видно, що мікрогеографічні умови зростання суттєво впливають на варіювання кількісного виразу морфологіч-

такої асоціації не було виявлено для інших популяцій. На наш погляд, це може бути пов'язано перш за все з різними частками певних градацій ознак в різних популяціях. А занизька (або зави-сока) частота однієї з градацій перешкоджає встановленню асоціацій між ними. У популяції 4 було встановлено асоціацію між градаціями ознак характер остистості та форми кілю. У популяціях 3 та 4 – асоціацію для ознак колір зрілого колоса та форма плеча і колір зрілого колоса та опушення колосового стрижня. Для м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) відомо, що хромосоми першої гомеологічної групи містять гени, які мають стосунок до формування опушення на колоскових лусках та кольору зрілого стебла [10]. Отримані нами результати непрямым чином показують, що між пирієм середнім та м'якою пшеницею спостерігається гомеологія у взаємному розташуванні генів.

Таблиця 2. Характеристика рослин *Thinopyrum intermedium* за кількісними ознаками колоса

Ознака	Показники ознак $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ у популяціях					Fфакт. ¹⁾
	1	2	3	4	5	
Кількість квіток	4,4 \pm 1,26	3,4 \pm 0,67	4,0 \pm 0,82	4,6 \pm 1,37	5,7 \pm 1,50	52,3
Кількість колосків	13,7 \pm 2,12	11,4 \pm 2,46	14,1 \pm 2,22	13,9 \pm 2,12	14,9 \pm 2,47	34,7
Довжина колоса	119,4 \pm 25,34	77,5 \pm 19,75	113,5 \pm 23,36	109,5 \pm 21,36	125,9 \pm 23,52	68,0
Довжина колосків	12,8 \pm 1,78	10,2 \pm 1,15	12,1 \pm 1,13	12,2 \pm 1,58	13,2 \pm 1,33	64,3
Відстань між колосками	4,9 \pm 0,81	7,0 \pm 1,01	5,6 \pm 0,88	8,3 \pm 1,23	8,4 \pm 1,43	208,2

Примітки: ¹⁾ F_{факт} – результат однофакторного дисперсійного аналізу; для $df_1 = 4$, $df_2 = 499$ F_{0,01} = 3,32, df тут і далі у таблицях – кількість ступенів свободи.

Таблиця 3. Результати порівняння різних популяцій за середніми значеннями вивчених кількісних ознак за критерієм Ньюмана-Кейлса (q)

Популяції, що порівнюються	Фактичне значення критерію q за ознаками					$l^{(1)}$	$q_{\text{табл.0,01}}$
	Кількість квіток	Кількість колосків	Довжина колоса	Довжина колосків	Відстань між колосками		
1 з 5	138,8	110,9	150,5	148,0	227,9	5	4,603
1 з 4	100,6	38,4	51,2	54,2	178,8	4	4,403
1 з 3	77,6	30,7	38,8	48,9	88,9	3	4,120
1 з 2	64,9	24,8	20,2	21,1	5,4	2	3,643
2 з 5	74,0	86,1	130,3	126,9	222,5	4	4,403
2 з 4	35,8	13,6	31,0	33,1	173,4	3	4,120
2 з 3	12,7	5,9	18,6	27,8	83,5	2	3,643
3 з 5	61,2	80,2	111,7	99,1	139,0	3	4,120
3 з 4	23,0	7,7	12,4	5,3	89,9	2	3,643
4 з 5	38,2	72,5	99,3	93,8	49,1	2	3,643

Примітки: ¹⁾ інтервал порівнянь, $df = 495$.

Можливу наявність асоціацій у мінливості якісних та кількісних ознак колоса *Thinopyrum intermedium* у різних популяціях визначали з використанням t -критерію. Для цього розраховували середні значення за кількісною ознакою в групах рослин, що об'єднуються однаковою градацією за певною якісною ознакою. Якщо різниці між середніми значеннями немає, не можна стверджувати, що між залученими до дослідження ознаками є асоціативна мінливість. У першій популяції було зареєстровано зв'язок між ознаками щільності колоса (функція відстані між колосками) та опушення колоскової луски. Щільність колоса та довжина колосків асоційовані з певною характеристикою за розвитком остей. А кількість квіток на колосок пов'язана з формою плеча. Зв'язок між формою плеча та щільністю колоса встановлено також для популяції 3. Такі важливі та залежні від умов довкілля кількісні ознаки, як довжина колоса, довжина колоска та кількість колосків на колос, у популяції 4 виявилися асоційованими з характером остей, формою кіля та кольором зрілої луски. У популяції 5 зв'язок між характером остистості та кількістю колосків на колос було встановлено також.

Асоціація між певними градаціями різних ознак може виникати внаслідок кількох чинників. По-перше, вона може бути обумовлена зчепленням генів, які беруть участь у контролі ознак, які розглядаються. Цей чинник асоціації може бути доведений лише через вивчення популяції, що розщеплюється, отриманої від гібридів F_1 від схрещування генотипів – носіїв контрастних градацій ознак. По-друге, і саме таку асоціацію ми шукаємо, певна комбінація різних чинників до-

вкілля (інсоляція, вологість ґрунту та повітря, кількість опадів, напрямок та сила вітру, якість ґрунту) може викликати асоціацію генів не за зчепленням, а за функціонуванням [11]. Такі асоціації виникають через позитивний добір певних алельних комбінацій різних генів як наслідок пристосування рослинного організму до конкретних умов довкілля. Їх важливо вивчати через те, що такі асоціації є своєрідними показниками пристосованості рослин до певних умов довкілля та свідомством наявності в їхньому геномі таких позитивних алелів генів, що забезпечують пристосованість рослин до тих несприятливих умов довкілля, в яких існує популяція, що вивчається.

Для встановлення характерної картини пристосування популяцій пирію середнього до умов довкілля було зроблено спробу охарактеризувати морфотипи популяції, які притаманні рослинам, що ростуть в різних мікрогеографічних умовах. Морфотип популяції – це переважання певних якісних та кількісних ознак у всіх рослин популяції. Морфотип першої популяції характеризувався стовідсотковою мономорфністю за відсутністю зубця, округлою формою кіля, опушенням стрижня у вигляді зазубрин. У більшій частині популяції було відсутнє опушення луски. Майже 87 % рослин не мали остей. 78 % рослин мали плече прямокутної форми. За кольором 60 % рослин мали коричневе забарвлення колоса. За усіма кількісними ознаками (кількість квіток, колосків, довжина колоса, колосків, щільність колоса) морфотип визначали за середнім значенням. Оцінили, що перша популяція характеризується найменшою кількістю колосків та довжиною проміжку між колосками, в порівнянні з іншими популяціями.

Коричневе забарвлення колоса та вкорочене, прямокутне плече луски в першій популяції може мати захисний характер. Колос рихлий, є менш плодючим. Це може бути результатом того, що перша популяція росла на дуже вітряному схилі при інтенсивному ультрафіолетовому випромінюванні на південно-східному схилі гори Воловиця.

Для третьої популяції характерна відсутність у всіх рослин остей та зубця на колосі. Так само як і в першій популяції, у рослин не виявлено опушення на лусці (51 %), однак наявні зазубрини на стрижні колоса (95 %) та округла форма кіля (89 %). Переважають видовжена форма плеча (43 %) та жовтий колір колоса (64 %). За кількісними ознаками третя популяція має найменшу кількість квіток, довжину колоса та колосків. Рослини отримували недостатню кількість поживних речовин, адже росли на кам'янистому ґрунті.

Рослини з четвертої популяції, як і у третій популяції, не мають зубців на лусці, киль округлої форми у 85 % рослин, відсутнє опушення луски (83 %), жовтий колір колоса (54 %). Винятковими ознаками четвертої популяції є наявність опушення стрижня з волосковидними зазубринами (73 %), ості (79 %) та зазубрена форма плеча (48 %). За кількісними ознаками – характерна найменша довжина колоса. У рослин спостерігалось більш інтенсивне опушення стрижня та з'явилися ості через вплив таких абіотичних факторів, як низький рівень вологості, висока інтенсивність ультрафіолетового опромінення (росли на висоті 419 м), бідний на поживні речовини кам'янистий ґрунт.

П'ята популяція росла у найкращих умовах, тому характерним є відповідний морфотип. Кількісні ознаки морфології колоса рослин багато більші порівняно з іншими популяціями (табл. 2). Рослини мали найбільшу довжину колоса, коло-

сків та проміжків між ними. У колосі найбільша кількість квіток та колосків. Щодо якісних ознак, то у п'ятій популяції, як і в інших популяціях, відсутні рослини з опушенням луски та вираженим зубцем на ній, для них характерна округла форма кіля. Як і у третій популяції, немає остистих рослин, плече луски видовжене, на колосовому стрижні у наявності зазубрене опушення. Зріле колосся має коричневий, а не жовтий колір.

Асоціацію між виразом кількісних та якісних ознак морфології колоса та компонентами глютенінового спектра вивчали лише на популяціях 1 та 3, оскільки для них було проаналізовано за глютеніновими спектрами більше рослин, ніж у популяціях 4 та 5. Це пов'язано з низькою концентрацією білків в окремих зразках останніх популяцій, можливо, тому що рослини з популяцій 4 та 5 характеризувалися більш пізнім цвітінням і на час збирання матеріалу не сформували зрілої зернівки. Тому для подальшого дослідження були відібрані немономорфні якісні (опушення луски, стрижня, наявність остей, форма плеча, колір колоса) та кількісні ознаки з 1 та 3 популяції. Перевіряли зв'язок між наявністю певних градацій ознак морфології з появою компонентів спектра глютенінів (табл. 4).

Застосовуючи критерій χ^2 , а саме, таблиці спряженості, виявили, що рослини з прямокутною формою плеча луски у першій популяції пирію середнього частіше мають у глютеніновому спектрі 2-, 3- та 5-й компоненти спектра, ніж популяція у цілому. Такий результат може вказувати на розміщення гена (генів), що має стосунок до морфогенезу колоса, на хромосомах першої гомеологічної групи поряд з генами глютенінів. Так само він може вказувати на якесь значення алельного складу гена *Glu* для формування морфотипу рослин пирію, адаптованих до певних

Таблиця 4. Асоціація між компонентами спектра глютенінів, появою певних градацій якісних ознак та кількісних ознак у першій популяції *Thinopyrum intermedium*

Компонент спектра	Фактичні значення χ^2 щодо асоціації компонентів спектра та якісних ознак					Компонент спектра	Фактичне значення t-критерію щодо асоціації компонентів спектра та кількісних ознак				
	Опушення луски	Опушення стрижня	Ості	Форма плеча	Колір луски		Кількість квіток	Кількість колосків	Довжина колоса	Довжина колоска	Щільність колоса
1	0,69	2,13	4,48	0,48	0,67	1	1,26	2,23	1,21	1,59	0,45
2	0,55	0,08	4,92	25,85	0,34	2	1,66	0,73	0,36	1,65	0,61
3	0,49	0,15	0,54	24,19	0,11	3	0,07	0,95	0,49	1,14	0,70
5	1,94	0,18	0,82	24,72	0,36	5	1,11	1,26	0,68	1,40	0,63
df	2	1	1	2	1	df	198				
$\chi^2_{0,01}$	9,21	6,63	6,63	9,21	6,63	$t_{\text{табл.0,01}}$	2,58				

Примітки: ¹⁾ кількість ступенів свободи.

умов зростання. Для рослин третьої популяції жодної асоціації не виявлено.

Асоціації між кількісними ознаками та компонентами спектра досліджували за t-критерієм і не виявили жодного зв'язку у першій та третій популяціях. Значення t-критерію набагато менше табличного на рівні значущості 0,01, отже, підтверджується нульова гіпотеза про відсутність асоціації між вивченими кількісними ознаками та компонентами спектра глютенінів.

Висновки

У п'яти популяцій *Thinopyrum intermedium*, що зростають в різних мікрогеографічних умовах, існує поліморфізм як за якісними та кількіс-

ним ознаками морфології колосу, так і за продуктами генів глютенінів. Показано значну різноманітність за компонентами спектра у всіх популяціях пирію середнього. Наявність різниці за середніми значеннями кількісних ознак у всіх популяціях може бути наслідком адаптації до різних абіотичних умов. Асоційована мінливість, що її виявлено для деяких якісних ознак морфології колоса, демонструє їхнє адаптивне значення для зростання рослин у певних мікрогеографічних умовах. Наявність асоціації між 2-, 3- та 5-м компонентами спектра глютенінів та формою плеча луски (1 популяція) може свідчити про локалізацію на хромосомах першої гомеологічної групи генів, що беруть участь у формуванні плеча луски.

Список літератури

1. Dong Y. Molecular characterization of a cryptic wheat-*Thinopyrum intermedium* translocation line: evidence for genomic instability in nascent allopolyploid and aneuploid lines / Y. Dong, X. Bu, Y. Luan // *Genetics and Molecular Biology*. – 2004. – Vol. 27, № 2. – P. 237–241.
2. Adaptive climatic molecular evolution in wild barley at the *Isa* defense locus / J. K. Cronin, P. C. Bundock, R. J. Henry [et al.] // *PNAS*. – 2007. – Vol. 104, № 8. – P. 2773–2778.
3. Microsatellite polymorphism in natural populations of wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, in Israel / T. Fahima, M. S. Roder, K. Wendehake [et al.] // *Theor Appl Genet*. – 2002. – Vol. 104. – P. 17–29.
4. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях / [Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова, О. Л. Курбатова и др.]; под ред. Ю. П. Алтухова. – М.: Наука, 2004. – 619 с.
5. Alvarez J. B. Polymorphism and genetic diversity for the seed storage proteins in Spanish cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) / J. B. Alvarez, A. Moral, L. M. Martin // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2006. – Vol. 53. – P. 1061–1067.
6. Caballero L. Characterization of Mexican Creole wheat landraces in relation to morphological characteristics and HMW glutenin subunit composition / L. Caballero, R. J. Pena, L. M. Martin // *Genet Resour Crop Evol*. – 2010. – Vol. 57. – P. 657–665.
7. Sivam A. S. Sun-waterhouse properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants. A review / A. S. Sivam // *Journal of Food Science*. – 2010. – Vol. 75, № 8. – P. 163–174.
8. Laemmli U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / U. K. Laemmli // *Nature*. – 1970. – Vol. 227. – P. 680–685.
9. Гланц С. Медико-биологическая статистика; пер. с англ. / Стентон Гланц. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
10. Терновская Т. К. Геном D мягкой пшеницы. Наследование некоторых признаков морфологии колоса / Т. К. Терновская // *Цитология и генетика*. – 1997. – Т. 31, № 4. – С. 11–18.
11. Ли Ч. Введение в популяционную генетику / Ч. Ли. – Москва: Мир, 1978. – 577 с.

A. Duchenko, O. Lyzogub, M. Antonyuk, T. Ternovska

POLYMORPHISM OF NATURAL POPULATIONS OF *THINOPYRUM INTERMEDIUM*

*Large-scale polymorphism for electrophoretic spectrum components of high-molecular glutenins and some morphological characters of spike was established in five natural populations of *Thinopyrum intermedium*. The spectrum components were established that are characterized by different frequencies in the population studied. So, these components can be used as markers when studying the associative variability. For some qualitative and quantitative spike traits associations were found in occur their specific levels. This can be considered as effect of adaptation of plants to abiotic stress factors of environments. Interrelation in occur of 2nd, 3rd, 5th glutenin spectrum components and the glume shoulder shape levels can point to location of genes controlling the glume morphogenesis in chromosomes of 1-st homoeologous group.*

Keywords: glutenin, polymorphism, adaptative variability, associative inheritance, SDS electrophoresis.

Матеріал надійшов 25.05.2013